WIE EIN FARBFILM

Ardent Titan

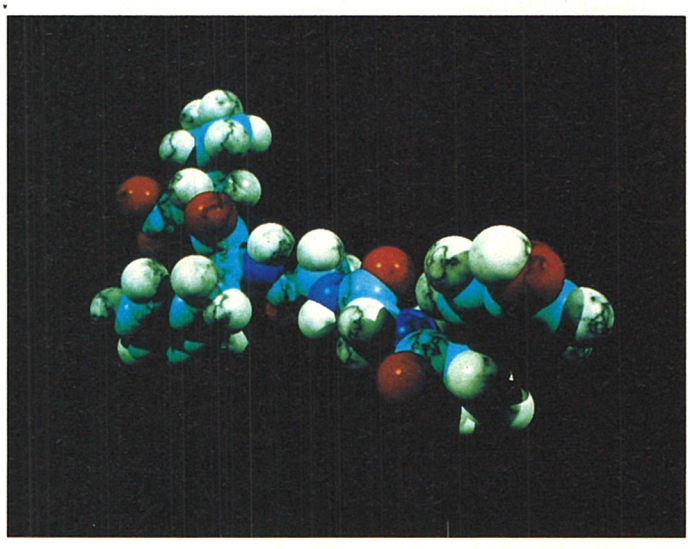
Superschnelle Grafik bietet der Ardent Titan. Er ist fast so schnell wie ein Supercomputer, aber ungleich kostengünstiger.

Den Supercomputern erging es nicht besser als den Maschinen anderer Rechnerklassen: Als sie erst einmal vorhanden waren, fehlte es nicht an Möglichkeiten, sie einzusetzen. Wenn es um genauere Wetterprognosen oder um die Simulation komplizierter physikalischer Vorgänge geht, sind die schnellen „Rechenmaschinen" schon unverzichtbar geworden.

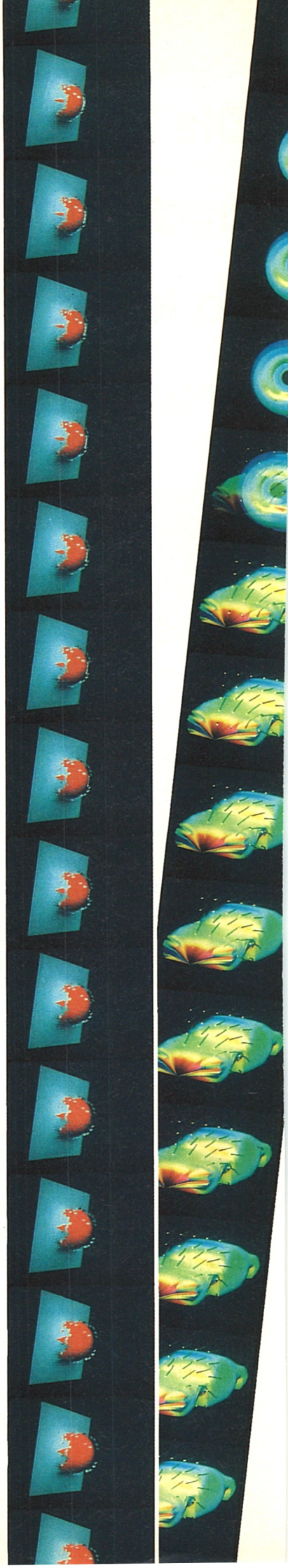
Allerdings boten sie keine Möglichkeiten, die von ihnen produzierten Zahlenmengen in attraktivem Tempo optisch umzusetzen. Diese Lücke kann nun ein „Grafik-Supercomputer" namens Titan erfüllen, der von einer jungen japanisch-amerikanischen Firma entwickelt worden ist. Er besitzt typische Konstruktionsmerkmale eines Supercomputers, seine Rechenleistung erreicht fast die eines „Mini-Supercomputers", und sie läßt sich ganz in den Dienst attraktiver Bildschirm-Grafik stellen.

Tatsächlich ist die optische Umsetzung von Daten die Spezialität des Titan. Sein Einsatzgebiet sieht der Hersteller deshalb vor allem im Sichtbarmachen technischer Berechnungen in „Echtzeit", das heißt in dem Tempo, in dem der Vorgang in der Natur tatsächlich abläuft.

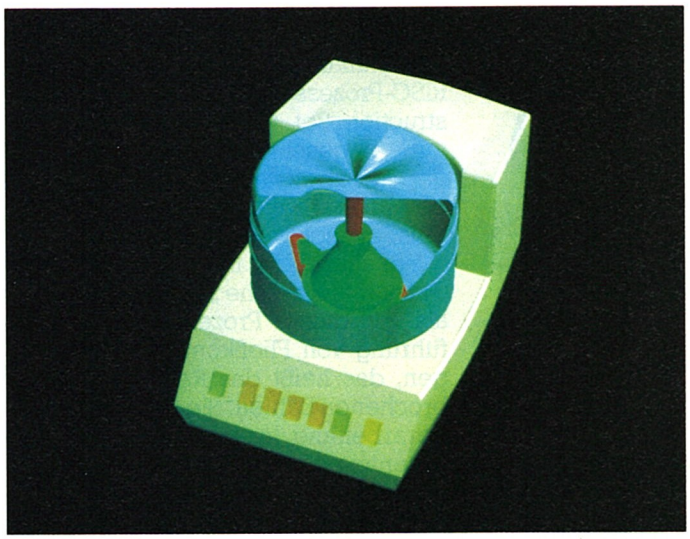
Dabei besitzt die Maschine keinen eigenen Grafikprozessor. Vielmehr dient seine normale Zentraleinheit auch zur Erzeugung der Bildschirmgrafik. Lediglich für die bildschirmgerechte Umwandlung der Bildlinien (Vektoren), aus denen sich die Darstellung intern zusammensetzt, in Bildpunkte gibt es spezielle Hardware. Dies hat laut Hersteller den Vorteil, daß man die Grafikroutinen nicht in Assembler programmieren muß, sondern eine höhere Programmier-



Der Entwurf von organischen Molekülen ist ein typisches Einsatzgebiet des Ardent Titan. Er berechnet Modelle dieser chemischen Verbindungen und zaubert sie auf seinen Bildschirm.



Wie Filme kann der Ardent Titan simulierte physikalische Vorgänge auf seinem Bildschirm ablaufen lassen. Dabei wird jedes Bild einzeln aus seinen Grundelementen neu errechnet.



Zu unheimlichem Leben erwacht das Bild einer simplen Küchenmaschine auf dem Bildschirm des Titan. Solche Darstellungen erzeugt der Computer in Sekundenbruchteilen.

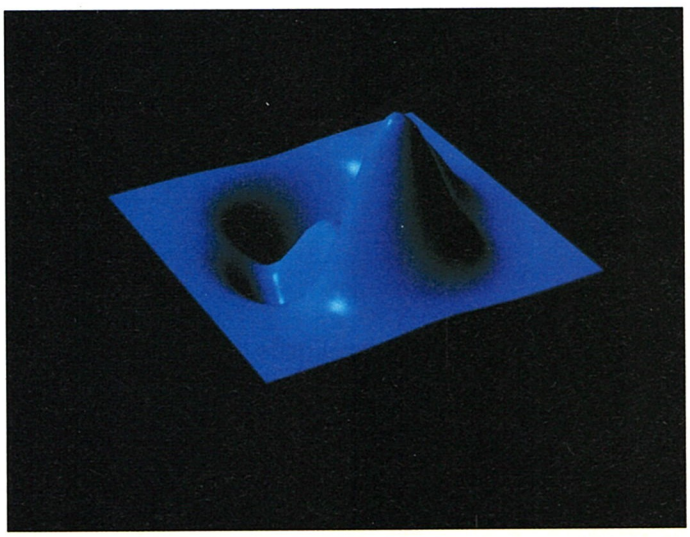
sprache wie Fortran oder C dafür verwenden kann.

Das Herz der Maschine bilden bis zu vier Prozessoren. Mit der größtmöglichen Ausstattung führt die Maschine je 64 Millionen „normale" Instruktionen und Fließkomma-Operationen an 64-bit-Zahlen aus, leistet also 64 MIPS und 64 Megaflops. Dazu kann sie je Sekunde rund 400 000 dreidimensionale Vektoren oder 50 Millionen Punkte auf den Bildschirm zeichnen. Für sich allein betrachtet würde dieses Rechentempo auch einem Supercomputer alle Ehre machen. Dabei hat die Maschine keine besonders exotische Technik zu bieten. Schon äußerlich hat sie nicht viel von einem Supercomputer. Sie findet komplett in einem knapp 1,3 Meter hohen Kabinett Platz, wird in üblicher Weise gekühlt und benötigt keine Klimatisierung.

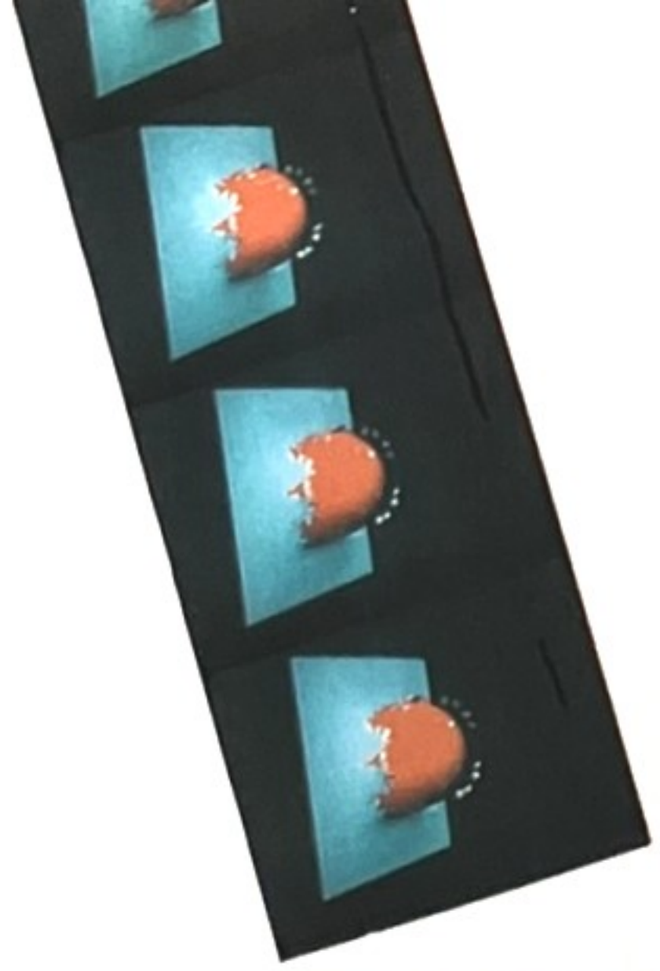
Zu dem System gehört außerdem ein getrenntes Modul für die Ein- und Ausgabe. Dort werden Bildschirm und Tastatur angeschlossen. Dazu gibt es eine optische Maus, und wahlweise kann man ein Grafiktablett und auch eine sogenannte Knob-Box anschließen. Das ist ein Gestell mit acht Einstellrädern; sie könnten etwa dazu dienen, ein auf dem Bildschirm dargestelltes Objekt zu manipulieren.

Die Zentraleinheit des Computers läuft mit einer Taktfrequenz von rund 16 MHz, die heutzutage selbst für Personal-Computer nicht mehr allzu sensationell ist. Um auf seine hohen Leistungen zu kommen, verwendet der Titan wie andere schnelle Rechner Parallelverarbeitung. Und dabei gingen die Konstrukteure aber etwas weiter, als es bei den Supercomputern üblich ist.

Zunächst können sich die bis zu vier



Komplizierte mathematische Zusammenhänge werden durch die attraktive, schnelle Grafik des Titan anschaulich. Blitzschnell errechnet er komplizierte Schattierungen.



Technische Daten

Zentraleinheit:

- Einer bis vier 64-bit-Prozessoren, Taktfrequenz 16 MHz, 32 normale 32-bit-Register
- 256 32-bit-Vektor-Register je Prozessor

Rechenleistung:

- Max. 64 MIPS (Ganzzahl), max. 64 Megaflops (Fließkomma)

Arbeitsspeicher:

- 8 bis 128 MByte, mit Fehlerkorrektur
- 32-KByte-Cache je Prozessor
- 8fach- oder 16fach-Interleave, Durchsatz max. 256 MByte/Sekunde

Massenspeicher:

- Zwei SCSI-Schnittstellen, Gesamtdurchsatz bis 8 MByte/Sekunde
- interne Kapazität: 1 bis 3 Festplatten zu 330 MByte
- 120-MByte-Kassettenband-Laufwerk

Bildschirm:

- Farbig, 19-Zoll-Diagonale
- 1 280 × 1 024 Punkte, bis ca. 16,8 Millionen Farben
- Bildfrequenz 60 Hz ohne Zeilensprung
- Genlock-Anschluß
- Stereo-Darstellung mit halber Auflösung möglich

Schnittstellen:

- Vier serielle Schnittstellen (RS232), eine parallele Schnittstelle (Centronics)
- Maus
- Lichtgriffel
- Audio
- zwei VME-Steckplätze (Datendurchsatz 15 MByte/s)
- Netzwerk-Schnittstelle (Ethernet)

Abmessungen:

(Computer-Einheit – Länge × Breite × Höhe): 128 cm × 60 cm × 57 cm

Software:

Betriebssystem Unix V.3, Fenster-System X Plus, Grafik-Software Doré.

Prozessoren des Computers die Rechenarbeit gleichberechtigt teilen. Sie enthalten jeweils einen 64-bit-RISC-Prozesser (RISC = Reduced Instruction Set Computer – Rechner mit eingeschränktem Befehlssatz), der je Arbeitstakt einen Maschinenbefehl abarbeiten kann und damit 16 MIPS erreicht.

Vor allem aber übernehmen besonders umfangreiche „Vektor-Einheiten" als Teil dieser Prozessoren die Ausführung von Fließkomma-Berechnungen, das heißt das Rechnen mit gebrochenen Zahlen. Sie werden für die Verarbeitung in einem eigenen Zwischenspeicher untergebracht. Er ist für jeden Prozessor getrennt vorhanden und besitzt 8 192 Speicherstellen zu je 64 bit.

Bis zu 2 048 der Zahlen lassen sich jeweils zu „Vektoren" zusammenfassen, die in einem Vorgang verarbeitet werden. Dabei erfolgt eine Berechnung je Maschinentakt; das ergibt bei vier Prozessoren das Rechentempo von 64 Millionen Operationen pro Sekunde.

Diese (auch bei Supercomputern übliche) Konstruktionsweise wird von Compilern für die Sprachen Fortran und C unterstützt. Selbsttätig suchen sie in Programmen nach Rechenschritten, die sich gleichzeitig ausführen lassen. Ein typisches Beispiel dafür sind Programmschleifen mit Rechenoperationen, die nicht voneinander abhängen.

Jedenfalls hängt das Rechentempo bei Fließkomma-Zahlen stark davon ab, inwieweit sich die Berechnungen „parallelisieren" lassen. Die 64 Megaflops sind auf jeden Fall nur ein momentan erreichbarer Spitzenwert.

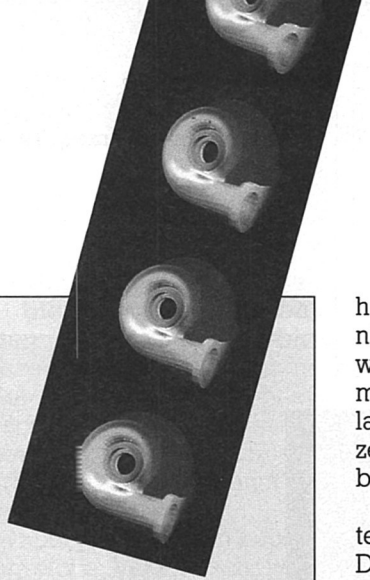
Im übrigen gibt es auch einen eigenen Datenweg („Bus") zwischen Arbeitsspeicher und Prozessoren, der ausschließlich für das Übertragen der Daten vom Arbeitsspeicher zu den Fließkomma-Einheiten der Prozessoren dient. Er kann ebenso wie der „normale" für alle übrigen Lese- und Schreiboperationen 64 bit (8 Byte) gleichzeitig übertragen. Und auch Zwischenspeicher für Programmbefehle und Daten auf dem Prozessor tragen zum hohen Rechentempo bei.

In der Praxis reicht das Rechentempo des Titan dazu aus, auf dem Monitor Bilder in einigermaßen realistischen Farben und Schattierungen wie einen Film ablaufen zu lassen. Dabei werden nicht etwa fertige Darstellungen aus dem Arbeitsspeicher ge-

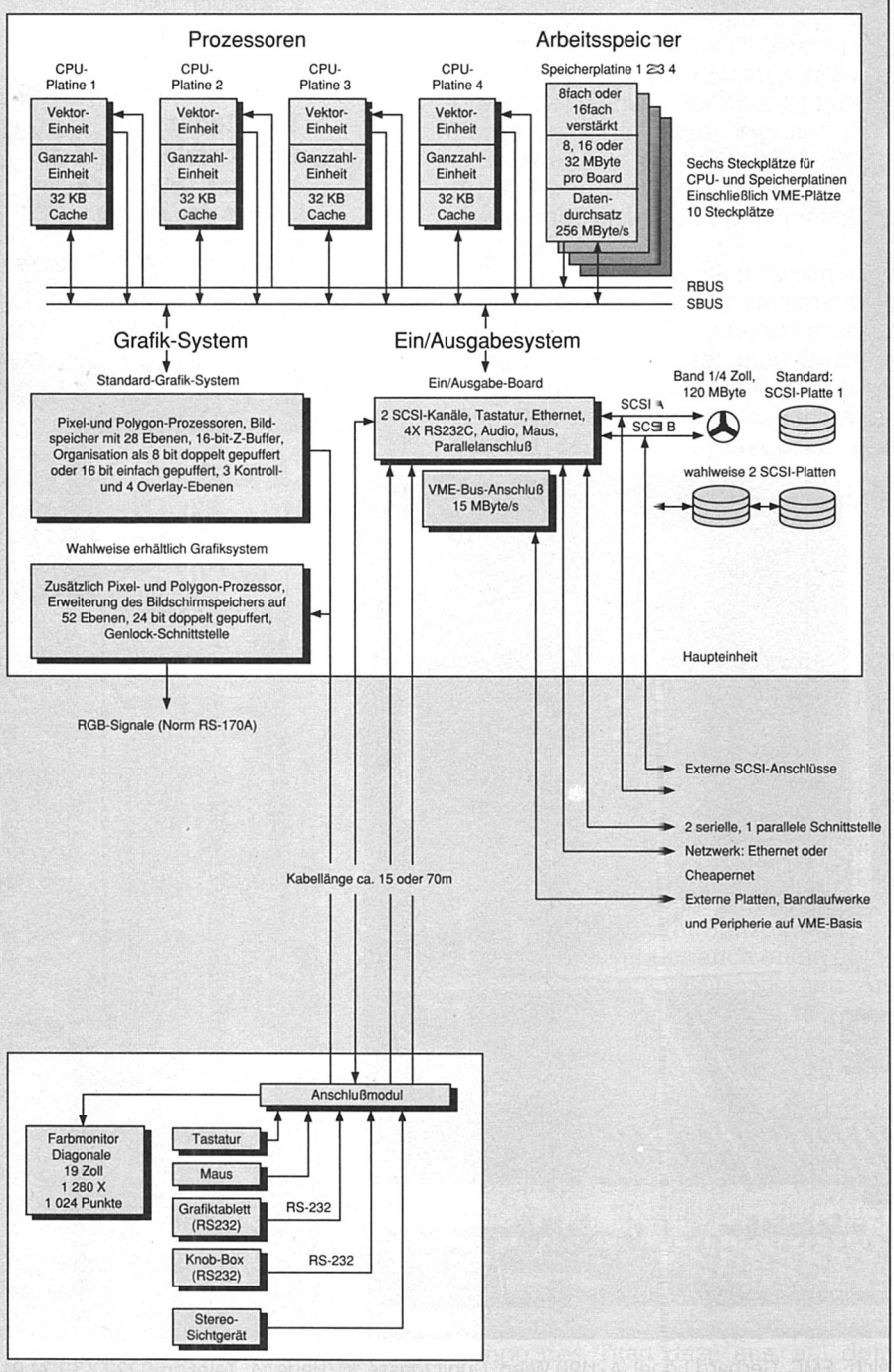
PANATEK

FACHHÄNDLER
IN IHRER NÄHE

Chips + Bits, 1000 Berlin 65, Tel. 030 / 884 2
Firma Gebios, 1000 Berlin, Tel. 030 / 455 4
Firma Wegert, 1000 Berlin 30, Tel. 030 / 25 00 2
Bit Computer Vertriebs GmbH, 2000 Hambu
Tel. 040 / 49 44 00; **Mark Deutschland GmbH,**
Hamburg 50, Tel. 040 / 31 15 85; **MOP Manage**
GmbH, 2000 Hamburg 1, Tel. 040 / 237 20 80
kötter Computerzentrum, 2000 Hamburg
040 / 45 79 54; **Pektron Computer Treff,**
Hamburg 60, Tel. 040 / 279 06 11; **Firma S**
wolf, 2000 Hamburg 74, Tel. 040 / 73
Shogun Computerstudio, 2000 Hamburg
040 / 726 16 42; **M + R Vertriebs GmbH**
Hamburg 20, Tel. 040 / 94 50 70; **MSD C**
GmbH, 2072 Bargteheide, Tel. 04532 / 2 13
Dörr KG, 2200 Elmshorn, Tel. 04121 / 39
Büro Albertz, 2246 Hennstedt, Tel. 048
SCM, 2350 Neumünster, Tel. 04321 / 4 3
OHG, Lassen und Fahrenson, 2390 Flen
0461 / 2 81 81; **Firma Comhart,** 2440
Tel. 04361 / 77 38; **Bethge & Strutz Gm**
Bremen 1, Tel. 0421 / 49 98 90; **PS-DA**
Bremen, Tel. 0421 / 17 05 77; **PAC,** 280
Tel. 0421 / 396 41 00; **Saturn Hansa,** 28
Tel. 04121 / 30 82 00; **Dodenhof GmbH**
2802 Ottersberg/Posthausen, Tel. 04
COM-DATA, 3000 Hannover 1, Tel. 0511
Saturn Hansa, 3000 Hannover, Tel. 05
Goldt Computerhaus, 2900 Oldenbur
88 47 06; **Dieteg Gerätebau GmbH,** 30
Tel. 05161 / 50 75; **Radio Tiemann Gm**
2940 Wilhelmshaven, Tel. 04421 / 2 61
Elektronik Service GmbH, 3300 B
Tel. 0531 / 87 40 01; **Bürokomunik**
Rennen, 4000 Düsseldorf, Tel. 0
Computer Shop Evertz, 4000 Düssel
73 62-49; **Trigon Data GmbH,** 401
02103 / 3 10 61/2; **Zoellner + Etteld**
burg 11, Tel. 0203 / 5 43 31; **Feldman**
4190 Kleve-Kellen, Tel. 02821 / 9 10 3
Luft OHG, 4230 Wesel, Tel. 0281
Computertechnik, 4300 Essen
67 50 86; **Ridder + Kübber GbR,**
02365 / 4 40 97; **Firma Thomalla,**
Tel. 02536 / 14 82; **Bense KG,** 442
02541 / 52 31; **Firma CSD,** 4430
02551 / 8 20 61; **B.O.S.S. Comput**
4500 Osnabrück, Tel. 0541 / 2 65 70
4600 Dortmund 1, Tel. 0231 / 184
4600 Dortmund, Tel. 0231 / 75
GmbH, 4650 Gelsenkirchen/Ho
5 25 72; **L & K Computer Gmb**
Tel. 02307 / 1 70 17; **Computersho**
Lippstadt, Tel. 02941 / 5 95 85;
Handelsges., 5000 Köln, Tel.
AB Computer GmbH, 5000 K
430 14 42; **GEDV Datenverarbe**
5020 Frechen, Tel. 02234 / 18 34 3
berg, 5083 Overath, Tel. 02206 /
technik, 5100 Aachen, Tel
Computer Center Siegburg, 5
02241 / 6 68 54; **A.D. Elektronik**
Tel. 0228 / 22 02 17; **C & C Com**
cations Vertrieb mbH, 5804 He
33 07; **Sieling Computer Gm**
scheid, Tel. 02351 / 8 47 91; **Da**
Siegen, Tel. 0271 / 49 81; **C.A.Z**
haus, 6082 Walldorf-Mörfe
30 21 29 11; **Kraus Computerd**
Heppenheim, Tel. 06252
Computershop GmbH, 6200 W
56 00 84-5; **Hannappel + Re**
Tel. 06431 / 30 24; **PHS Gmb**
0641 / 7 20 71; **Dörner + Ni**
Wetzlar, Tel. 06441 / 4 87
maschinen KG, 6600 Saa
3 22 11; **Gauch + Sturm Gmb**
Tel. 0621 / 85 00 40; **GCA Gm**
Tel. 07456 / 8 32; **Mild Com**
Tel. 07751 / 40 55-56; **Sydat**
Tel. 0721 / 55 83 39; **Ludw**
München 2, Tel. 089 / 311 30
Ottobrunn b. München, Tel.
Prüftechnik GmbH, 8032
85 48 70; **Otto Werner,** 8035
Tel. 089 / 857 37 73; **Elek**
8400 Regensburg, Tel. 09
EDV, 8542 Roth, Tel. 0917
8700 Würzburg, Tel. 093
Augsburg, 8900 Augsburg



So arbeitet der Ardent Titan



Bis zu vier Prozessoren und das Arbeitsspeicher-System arbeiten über zwei Daten-Busse zusammen. Getrennte Einheiten gibt es für Bildschirmgrafik und den Datenverkehr mit der Außenwelt

holt, sondern vielmehr aus den Linien-Informationen (Vektoren) immer wieder neue Bilder gezeichnet und mit Licht und Schatten versehen. So lassen sich pro Sekunde 15 Bilder erzeugen, die aus 10 000 Dreiecken bestehen.

Mitgeliefert wird bei dem Computer übrigens Grafik-Software namens Doré. Es handelt sich dabei um ein Paket von Routinen in der Programmiersprache C, die man als Programmierer in seine eigene Software einbinden kann, um die Grafikfähigkeit des Computers ohne große Fachkenntnisse auszunutzen.

Mit den Doré-Routinen lassen sich Bilder mit fast fotografischem Realismus auf den Bildschirm bringen. Wenn alle Möglichkeiten des Rechners ausgeschöpft werden, dauert ihre Berechnung allerdings rund 15 Minuten. Drahtmodelle werden in etwa einer Zehntelsekunde erzeugt.

Hersteller des Rechners ist die Firma Ardent Computer Corporation, die vor knapp vier Jahren in Sunnyvale/Kalifornien gegründet wurde. Sie ist zu zwei Dritteln im Besitz des japanischen Kubota-Konzerns, und die Rechner werden auch in Japan gebaut.

Die Gründungsmitglieder des Unternehmens stammen aber aus der amerikanischen Computer-Industrie, etwa von Hewlett-Packard, Data General, Burroughs oder IBM. Entwicklungschef ist Gordon Bell, der in dieser Position zuvor lange Zeit bei Digital Equipment gearbeitet hatte. Unter seiner Leitung entstanden die heute weitverbreiteten Minicomputer vom Typ VAX.

Als Betriebssystem verwendet der Titan Unix, den De-facto-Standard für wissenschaftliche Computer. Als Besonderheit erlaubt es sogenanntes Disk-Striping: Größere Dateien können sich auf mehrere Speicherplatten verteilen, so daß der Computer auf verschiedene Teile dieser Dateien gleichzeitig zugreifen kann.

Je nach Ausbau kostet ein Titan 180 000 bis 340 000 Mark. Damit ist er sicher noch kein Superrechner für jedermann. Er stellt aber einen Schritt in diese Richtung dar.

Der Preis für ein Megaflop liege bei einem Supercomputer zehnmal so hoch, erklärte der Hersteller dazu vor Journalisten, und auch bei „Mini-Supercomputern" sei eine vergleichbare Rechenleistung noch drei- bis viermal teurer. *-st*